



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: **10303190 A**(43)Date of publication of  
application: **13. 11 . 98**(51)Int. Cl. **H01L 21/312**  
**H01L 21/768**(21)Application number: **09111264**(22)Date of filing: **28 . 04 . 97**(71)Applicant: **TORAY DOW CORNING  
SILICONE CO LTD**(72)Inventor: **NAKAMURA TAKASHI  
SASAKI MOTOI  
SAWA KIYOTAKA  
KOBAYASHI AKIHIKO  
MINE KATSUTOSHI**(54)**SEMICONDUCTOR DEVICE AND  
MANUFACTURE OF THE SAME**

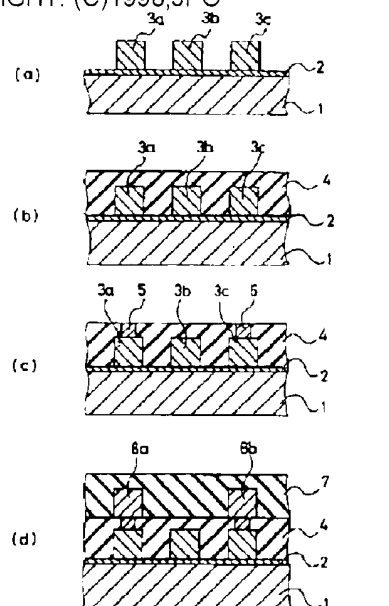
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor device and a manufacture of the same having an electrical insulation layer superior to the deposition planalizability on the wiring structure on the substrate.

SOLUTION: The semiconductor comprises a cured hydrogen silsesquioxane resin having at least 45 weight % of hydrogen silsesquioxane of less than molecular weight 1500, and an underlying insulation layer 2 formed by thin film mainly made from silica, and interlayer insulation layer 4 and 7. These insulation layers 2, 4, and 7 are formed with coating films made by applying the liquid comprising hydrogen silsesquioxane resin having at least 45 weight % of hydrogen silsesquioxane resin of less than molecular weight 1500 and solution to the semiconductor substrate 1, the

lower layer wiring 3a, 3b, and 3c, and the upper layer wiring 6a and 6b, and by curing under exposure to high energy beam.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-303190

(43)公開日 平成10年(1998)11月13日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/312  
21/768

H 0 1 L 21/312  
21/90

C  
S

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-111264

(22)出願日 平成9年(1997)4月28日

(71)出願人 000110077

東レ・ダウコーニング・シリコン株式会  
社  
東京都千代田区丸の内一丁目1番3号

(72)発明者 中村 隆司

千葉県市原市千種海岸2番2 東レ・ダウ  
コーニング・シリコン株式会社研究開発  
本部内

(72)発明者 佐々木 基

千葉県市原市千種海岸2番2 東レ・ダウ  
コーニング・シリコン株式会社研究開発  
本部内

(74)代理人 弁理士 小川 信一 (外2名)

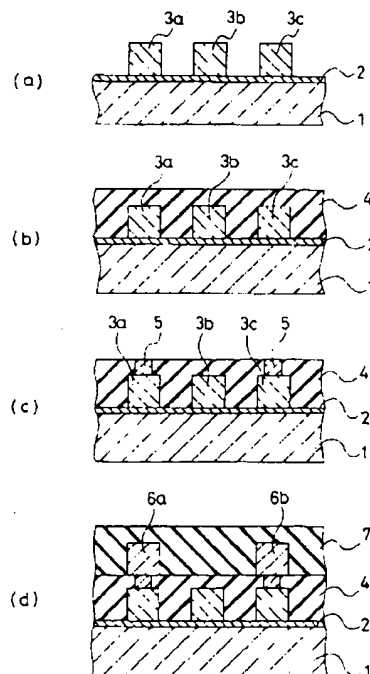
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 基板上の配線構造に対する被覆平坦化性に優れた電気絶縁層を有する半導体装置およびその製造方法の提供。

【解決手段】 本発明の半導体装置は、半導体基板1の上に、分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂の硬化物であってシリカを主体とする薄膜から形成された下地絶縁層2および層間の絶縁層4、7を設けてなる。これらの絶縁層2、4、7は、分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂と溶剤からなる液状物を、半導体基板1の上に、また、下層配線3a、3b、3cおよび上層配線6a、6bの上に塗布して塗膜を形成し、ついでこの塗膜を高エネルギー線に曝露して硬化せしめることにより形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の表面に電気絶縁層を介して少なくとも1層の導電層からなる配線構造を設けてなる半導体装置において、前記電気絶縁層が分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂の硬化物であり、シリカを主体とする薄膜から形成された半導体装置

【請求項2】 半導体基板の表面に電気絶縁層を介して少なくとも1層の導電層からなる配線構造を設けてなる半導体装置を製造するに際し、分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂と溶剤からなる液状物を前記半導体基板の表面および前記導電層の上に塗布して塗膜を形成し、ついで該塗膜に高エネルギー線を照射して硬化せしめて前記電気絶縁層を形成する半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記塗膜を加熱溶融して前記半導体基板の段差部の埋め込みおよび塗膜の平坦化を行った後、高エネルギー線を照射して硬化せしめる請求項2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記高エネルギー線が電子線である請求項2又は3記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上の配線構造に対する被覆平坦化性に優れた電気絶縁層を有する半導体装置およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、DRAM、ロジックIC等の電子デバイスなどの半導体装置においては、ウエハ（基板）の上に形成された電気回路（導電層、導線からなる配線構造）を保護するため、その電気回路の表面に電気絶縁層を設けている。また、半導体装置が複数の電気回路を積層させた多層配線構造をとる場合には、上層配線と下層配線との間などの層間にも電気絶縁層を設けている。

【0003】このような電気絶縁層としては、セラミック状シリカ膜を使用することが知られている。例えば、特公平6-42477号公報には、水素シルセスキオキサン樹脂の溶剤溶液を半導体基板（基板の上に電気回路を形成したもの）上に塗布し、その塗膜から溶剤を蒸発させた後、150～1000℃の温度条件下に加熱することにより該樹脂をセラミック状シリカ化し、電子デバイスをシリカ膜で被覆する方法が開示されている。

【0004】ところが、一般に、水素シルセスキオキサン樹脂は無視できない程度の揮発性成分（低分子量成分）を含んでおり、これをこのような高温に曝すと塗膜の膜厚の減少が起り、膜中に内部応力が発生する等の問題があり、また揮発性成分の飛散による周辺機器への汚染が起こるという問題があった。かかる問題を解消す

るために、水素シルセスキオキサン樹脂中の低分子量成分を除去する方法が提案されている。例えば、特開平6-157760号公報には、合成された水素シルセスキオキサン樹脂に溶剤を加え、低分子量成分を除去する方法が提案されている。しかし、かかる方法により低分子量成分を除去した水素シルセスキオキサン樹脂は、半導体基板に塗布したとき、被覆平坦化性に劣るという欠点があった。被覆平坦化性がわるいと半導体装置の電気的特性に異常が生じてしまう。また、高分子量の水素シルセスキオキサン樹脂はそれ自体が半導体基板に対する被覆平坦化に劣ることに加えて、高分子量の水素シルセスキオキサン樹脂は軟化点が高く（180℃以上）、このものを使用して半導体基板を被覆するには高温条件下（200℃以上）に加熱して溶融する工程が必要であった。さらに、このものは、多層配線構造を有する電子デバイスの半導体基板の段差部への埋め込み性に劣る等の欠点があり、十分に満足できないものであった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、基板上の配線構造に対する被覆平坦化性に優れた電気絶縁層を有する半導体装置およびその製造方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体装置は、半導体基板の表面に電気絶縁層を介して少なくとも1層の導電層からなる配線構造を設けてなる半導体装置において、前記電気絶縁層が分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂の硬化物であり、シリカを主体とする薄膜から形成されたことを特徴とする。

【0007】また、本発明の半導体装置の製造方法は、半導体基板の表面に電気絶縁層を介して少なくとも1層の導電層からなる配線構造を設けてなる半導体装置を製造するに際し、分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂と溶剤からなる液状物を前記半導体基板の表面および前記導電層の上に塗布して塗膜を形成し、ついで該塗膜に高エネルギー線を照射して硬化せしめて前記電気絶縁層を形成することを特徴とする。

【0008】このように分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂を用いるため、換言すれば、高分子量の水素シルセスキオキサン樹脂を使用しないために、電気絶縁層の被覆平坦化性を向上させることができると共に、電子デバイスの基板の段差部への埋め込み性を高めることが可能となる。また、塗膜に高エネルギー線を照射して硬化せしめるため、従来におけるように高温（150℃～1000℃）で加熱を行わないので（加熱を行ったとしても60℃以下）、低分子量成分の揮発による塗膜の膜厚の減少などが生じることはない。

## 【0009】

【発明の実施の形態】本発明の半導体装置を製造するには、先ず、図1(a)に示すように、半導体基板1の表面に下地絶縁層2を形成する。次いで、下地絶縁層2上にアルミニウム等の金属をスパッタリングして導電層を形成し、これを公知の方法でパターンニングして下層配線3a、3b、3cを形成する。

【0010】次に、図1(b)に示すように、下層配線3a、3b、3cの上に絶縁層4を形成する。次に、図1(c)に示すように、絶縁層4の表面をフォトリソでマスクして、例えば下層配線3a、3c上の絶縁層4を選択的にエッチングすることにより、下層配線3a、3cにそれぞれ到達するスルーホールを設けた後、このスルーホール内面にアルミニウム等の金属をスパッタリングして導電層を形成し、これをガラスマエッチングにより絶縁層4が露出するまでエッチバックすることにより、上記スルーホール内に層間配線5を残存させる。

【0011】次いで、図1(d)に示すように、下層配線3a～3c及び絶縁層4を配置したと同様の方法で、エッチバックされた表面上にそれぞれ上層配線6a、6b及び絶縁層7を形成する。このようにして半導体基板1の上に、下層配線3a～3c及び上層配線6a、6bからなる多層配線構造を形成し、これら配線が下地絶縁層2及び層間の絶縁層4、7によって電気的に絶縁される。

【0012】下地絶縁層2及び層間の絶縁層4、7はそれぞれ、分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂の硬化物であり、シリカを主体とする薄膜から形成される。水素シルセスキオキサン樹脂は式： $\text{HSi}(\text{Ox})_3$ で示される3官能性シロキサン単位を主骨格とするポリシロキサンであり、一般式： $(\text{HSi}(\text{Ox})_3)_n$ （式中、nは整数である。）で表されるポリマーである。本発明で用いる水素シルセスキオキサン樹脂は、分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%含有することが必要であり、少なくとも50重量%含有することが好ましい。これは分子量が1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂の含有量が45重量%未満になると、絶縁層4、7を形成するに際して水素シルセスキオキサン樹脂を下層配線3a、3b、3c又は上層配線6a、6bに塗布したとき、これらの配線に対する被覆平坦化性に劣り、特に、多層配線構造を有する電気デバイスの半導体基板の段差部への埋め込みに劣り、電気絶縁性に優れた均質なシリカ膜（電気絶縁層）を形成できなくなるからである。

【0013】水素シルセスキオキサン樹脂は一般には、トリクロロシランを加水分解し、重縮合することにより製造される（特公昭47-31838号公報、特開昭59-189126号公報、および特開昭60-42

426号公報参照）。本発明で使用される水素シルセスキオキサン樹脂は、一般に知られている水素シルセスキオキサン樹脂の製造方法において、分子量1500以下の低分子量成分の生成量を増加させる手段を取るか、合成した水素シルセスキオキサン樹脂に非極性溶剤を加えて該樹脂を溶解し、この溶液に極性溶剤を加えて分子量分別することにより、低分子量成分を分離することにより製造することができる。

【0014】① 下地絶縁層2及び層間の絶縁層4、7を形成するには、まず、半導体基板1の表面に（図1(a)）、下層配線3a、3b、3cの上に（図1(b)）、又は上層配線6a、6bの上に（図1(d)）、分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも15重量%含有する水素シルセスキオキサン樹脂と溶剤からなる液状物を塗布して塗膜を形成する。

【0015】ここで用いる溶剤は、水素シルセスキオキサン樹脂を溶解し、化学変化を起こさないものであれば特に限定されない。かかる溶剤としては、トルエン、キシレン等の芳香族系溶剤、ヘキサン、ヘプタン、オクタン等の脂肪族系溶剤、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン等のケトン系溶剤、酢酸ブチル、酢酸イソアミル等の脂肪族エステル系溶剤、1，1，1，3，3，3-ヘキサメチルジシロキサン、1，1，3，3-テトラメチルジシロキサン等の鎖状メチルシロキサン、1，1，3，3，5，5，7，7-オクタメチルテトラシロキサン等の環状シロキサン、テトラメチルシラン、ジメチルジエチルシラン等のシラン化合物のシリコーン系溶剤が挙げられる。これらの中でもシリコーン系溶剤が好ましい。

【0016】上記の水素シルセスキオキサン樹脂と溶剤からなる液状物には、従来公知のセラミック酸化物前駆体、例えばテトラローポロキシシロコニウム、テトライソプロキシチタン、トリスベンタン二酸アルミニウム、ペンタエトキシチタン、トリプロポキシシロコニウム、ペンタエトキシニオブ、ペンタ二酸シロコニウム、ジプロキシビスベンタン二酸チタン等を添加配合することは本発明の目的を損なわない限り差し支えない。また、白金触媒またはロジウム触媒を添加して、シリカ膜（電気絶縁層）の形成速度および度合を増加させることができる。かかる触媒としては塩化白金酸、塩化白金とテトラメチルジヒドロシロキサンとの錯体が挙げられる。これらの触媒は、一般に、水素シルセスキオキサン樹脂100重量部に対して1～500重量部の範囲内で使用される。

【0017】上記塗膜を形成するための塗布方法としては、均一に塗布できる方法であればよく、特に限定されない。この塗布方法としてはスピンコーティング法、浸漬コーティング法、スプレーコーティング法、フローコ

ーテイング法が例示される。この塗膜からは溶剤を蒸発除去する。溶剤を蒸発させる方法としては、特に限定されず、常温あるいは60℃以下の加熱下に放置して風乾させる方法、減圧下におく方法、風を吹きつける方法等が例示される。

【0018】塗布方法としてスピンコーティング法を採用する場合には、回転により溶剤が飛散するので乾燥時間は一般に必要ではない。また、このように、塗膜を形成すると、半導体基板の段差部（下層配線3a、3b、3cの相互間又は上層配線5a、5bの間の間部）の底に空隙が生じることがある。さらに、塗膜の表面が波打った状態となることが多い。そこで、このような空隙および表面波打ち状態をなくすために、塗膜を揮散させない温度、例えば60℃以下の温度で塗膜を加熱溶融して段差部の埋め込みおよび塗膜の平坦化を行うのが好ましい。

【0019】② つぎに、この塗膜に高エネルギー線を照射して硬化せしめる。これによって、塗膜を構成する水素シルセスキオキサン樹脂の少なくとも一部がシリカに変換して、シリカからなる下地絶縁層と及び層間の絶縁層4、7がそれぞれ形成される。ここで、シリカとは二酸化ケイ素（ $\text{SiO}_2$ ）を意味し、これには無定形のシリカおよびシラノール基および、または水素原子を完全には欠失していないアモルファスシリカも含まれる。また、前述したようにセラミック酸化物前駆体等を液状物に添加配合した場合には、これらの化合物を含有するものも含まれる。

【0020】ここで使用される高エネルギーとしては、電子線、紫外線、X線、赤外線、マイクロ波等がある。これらの中でも電子線を用いることが好ましい。高エネルギー線照射は空気中または酸素含有ガス中で行うことが好ましい。酸素含有ガス以外のガスを用いてもよく、これには窒素ガス、アルゴンガスが例示される。高エネルギー線は水素シルセスキオキサン樹脂の中のケイ素原子結合水素原子を活性化し、雰囲気中の酸素ガスにより水素シルセスキオキサン樹脂が酸化されてシリカに変換するのである。高エネルギー線の照射時の温度およびシリカへの転化温度は低分子量水素シルセスキオキサン樹脂の飛散をなるべく抑えることのできる温度が好ましく、10～50℃の範囲内であるのが望ましい。

【0021】

【実施例】実施例および比較例中、部は重量部を表わす。シリカへの転化性については、塗膜中の残存SiH%をフーリエ変換赤外線吸収分光分析により、測定した判断した。分子量はゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）を使用して測定した。測定条件は以下の通りである。

【0022】

装置：東ソー製、S02A

カラム：G3000/G4000/G5000/G6000

00

キャリア溶媒：トルエン

カラム温度：30℃

分子量標準：ポリスチレン

検知方式：示差屈折率

サンプル：固形分2重量%（トルエン溶媒）

〔実施例1〕水素シルセスキオキサン樹脂（数平均分子量1、540、重量平均分子量7、705、分子量1、500以下の成分41%、転化点90℃）を分子量別し、数平均分子量745、重量平均分子量1、613、分子量1、500以下の成分72%、転化点25℃のフラクシオンを得た。このフラクションをヘキサメチルジシロキサン、オクタメチルトリスロキサン（30部：70部）混合溶剤に溶解し、固形分15重量%の溶液とした。

【0023】この溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造（段差高が0、5μm、段差幅および段差間隔が各0、18μmのパターンからなる）を有する半導体装置の配線層間電気絶縁層として配置した。具体的には下地段差をCVD（化学気相蒸着）膜で被覆した後、基板上に該溶液を、前回転500rpm、3秒、本回転3、000rpm、10秒にてスピンコートし、さらに溶剤を十分に蒸発させ、6、540オングストロームの膜厚（最深部）の塗膜を形成した。

【0024】この基板を酸素濃度70ppmを含有した窒素下にて、加速電圧165kVの電子線照射装置で160Mradのドーズ量下に曝露したところ、塗膜中の水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに変化したことがわかった。また、転化後の膜（電気絶縁層）にはクラックその他の異常は認められなかった。さらにこの電気絶縁層の上にCVD膜を形成した後に、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取った。この装置の電気的特性には異常が見られなかった。

【0025】〔実施例2〕実施例1の溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造（段差高が0、5μm、段差幅および段差間隔が各0、18μmのパターンからなる）を有する半導体装置の配線層間電気絶縁層として配置した。具体的には下地段差をCVD膜で被覆した後、基板上に該溶液を、前回転500rpm、3秒、本回転3、000rpm、10秒にてスピンコートし、さらに溶剤を十分に蒸発させ、6、530オングストロームの膜厚（最深部）の塗膜を形成した。

【0026】この基板を酸素濃度70ppmを含有した窒素下にて、加速電圧165kVの電子線照射装置で240Mradのドーズ量下に曝露したところ塗膜中の水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに変化したことがわかった。また、転化後の膜（電気絶縁層）にはクラックその他の異常は認められなかった。さらにこの電気絶縁層の上にCVD膜を形成した後に、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取った。この装置の電気的

特性には異常が見られなかった。

【0027】実施例3 実施例1のフラクションをヘキサメチルジシロキサン・オクタメチルトリシロキサン（30部／70部）混合溶剤に溶解し、固形分25重量%の溶液とした。この溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造（段差高が1.0 $\mu$ m、段差幅および段差間隔が各0.18 $\mu$ mのパターンからなる）を有する半導体装置の配線層間電気絶縁層として配置した。具体的には下地段差をCVD膜で被覆した後、基板上に該溶液を、前回転500rpm／3秒、次いで本回転3,000rpm／10秒にてスピンコートし、さらに溶剤を十分に蒸発させ、13.240オングストロームの膜厚（最深部で）の塗膜を形成した。

【0028】この基板を酸素濃度70ppmを含有した窒素下にて、加速電圧16.5kVの電子線照射装置で1.60Mradのドーズ量下に曝露したところ、塗膜中の水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに転化したことがわかった。また、転化後の膜（電気絶縁層）にはクラックその他の異常は認められなかった。さらにこの電気絶縁層の上にCVD膜を形成した後に、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取った。この装置の電気的特性には異常が見られなかった。

【0029】実施例4 実施例1の溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造（段差高が0.5 $\mu$ m、段差幅および段差間隔が各0.18 $\mu$ mのパターンからなる）を有する半導体装置の配線層間電気絶縁層として配置した。具体的には下地段差をCVD膜で被覆した後、基板上に該溶液を、前回転500rpm／3秒、次いで本回転3000rpm／10秒にてスピンコートし、さらに溶剤を十分に蒸発させ、6.540オングストロームの膜厚（最深部で）の塗膜を形成した。

【0030】この基板を酸素濃度70ppmを含有した窒素下にて、加速電圧16.5kVの電子線照射装置で1.60Mradのドーズ量下に曝露したところ、塗膜の水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに転化したことがわかった。また、転化後の膜（電気絶縁層）にはクラックその他の異常は認められなかった。さらにこの基板を石英炉中で酸素濃度約100ppmの窒素気流下で400℃で1時間焼成した。

【0031】実施例1に比べ、シリカへの転化度がわずかに進行したが、膜（電気絶縁層）にはクラックその他の異常は認められなかった。さらにこの電気絶縁層の上にCVD膜を形成した後に、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取った。この装置の電気的特性には異常が見られなかった。

【0032】実施例5 実施例1のフラクションをメチルイソブチルケトンに溶解し、固形分15重量%の溶液とした。この溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造（段差高0.5 $\mu$ m、段差幅および段差間隔が各0.18 $\mu$ mのパターンからなる）を有する

半導体装置の配線層間電気絶縁層として配置した。具体的には下地段差をCVD膜で被覆した後、基板上に該溶液を、前回転500rpm／3秒、次いで本回転3000rpm／10秒にてスピンコートし、さらに溶剤を十分に蒸発させ、6.485オングストロームの膜厚（最深部で）の塗膜を形成した。

【0033】この基板を酸素濃度70ppmを含有した窒素下にて、加速電圧16.5kVの電子線照射装置で1.60Mradのドーズ量下に曝露したところ、塗膜中の水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに転化したことがわかった。また、転化後の膜（電気絶縁層）にはクラックその他の異常は認められなかった。さらにこの電気絶縁層の上にはCVD膜を形成した後に、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取った。この装置の電気的特性には異常が見られなかった。

【0034】実施例6 実施例1のフラクションをヘキサメチルジシロキサン・オクタメチルトリシロキサン（30部／70部）混合溶剤に溶解し、固形分25重量%の溶液とした。この溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造（段差高が0.5 $\mu$ m、段差幅および段差間隔が各0.18 $\mu$ mのパターンからなる）を有する半導体装置の配線層間電気絶縁層として配置した。具体的には下地段差をCVD膜で被覆した後、基板上に該溶液を、前回転500rpm／3秒、次いで本回転3,000rpm／10秒にてスピンコートし、さらに溶剤を十分に蒸発させ、平均最深部で8.230オングストロームの膜厚の塗膜を形成した。

【0035】この基板をホットプレート上、窒素気流下60℃で3分間加熱したところ、流動化が起り、十分な段差間の埋め込みおよび塗膜表面平坦化が起きた。さらにこの基板を酸素濃度70ppmを含有した窒素下にて、加速電圧16.5kVの電子線照射装置で1.60Mradのドーズ量下に曝露したところ、塗膜の水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに転化したことがわかった。また、転化後の膜（電気絶縁層）にはクラックその他の異常は認められなかった。

【0036】さらにこの電気絶縁層の上にCVD膜を形成した後に、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取った。この装置の電気的特性には異常が見られなかった。

【実施例7】実施例1のフラクションをヘキサメチルジシロキサン・オクタメチルトリシロキサン（30部／70部）混合溶剤に溶解し、固形分18重量%の溶液とした。

【0037】この溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造（段差高が0.5 $\mu$ m、段差幅および段差間隔が各0.18 $\mu$ mのパターンからなる）を有する半導体装置のブリスタル層として配置した。具体的には基板上に該溶液を、前回転500rpm／3秒、次いで本回転3000rpm／10秒にてスピンコート

し、さらに溶剤を十分に蒸発させ、7,005オングストロームの膜厚(最深部で)の塗膜を形成した。

【0038】この基板を酸素濃度70ppmを含有した窒素下にて、加速電圧165kVの電子線照射装置で160Mradのドーズ量下に曝露したところ、塗膜中の水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに転化したことがわかった。また、転化後の膜(電気絶縁層)にはクラックその他の異常は認められなかった。さらにこの基板を石英が中で700℃、1時間焼成した。シリカへの転化度は100%進行したが、クラックその他の異常は認められなかった。

【0039】さらにこの電気絶縁層の上にコンタクト、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取った。この装置の電気特性には異常は見られなかった。

比較例1 水素シルセスキオキサン樹脂(数平均分子量1,540、重量平均分子量7,705、分子量1,500以下の成分41%、軟化点90℃)を $\gamma$ -ブチロラクトンに溶解し、固形分18重量%の溶液とした。

【0040】この溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造(段差高が1.0 $\mu$ m、段差幅および段差間隔が各0.18 $\mu$ mのパターンからなる)を有する半導体装置の配線層間電気絶縁層として配置した。具体的には下地段差をCVD膜で被覆した後、基板上に該溶液を、前回転500rpm/3秒、次いで本回転3,000rpm/10秒にてスピンコートし、さらに溶剤を十分に蒸発させ、12,780オングストロームの膜厚(最深部で)の塗膜を形成した。

【0041】このウエハを石英が中で酸素濃度約100ppmの窒素気流下で400℃で1時間焼成した。膜厚の大幅な低下が起こり、水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに転化したことがわかった。また、転化後の膜(電気絶縁層)にはクラックが観察された。さらにこの電気絶縁層の上にCVD膜を形成した後、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取った。この装置の一部に電気的コンタクト不良が見られた。

【0042】(比較例2)比較例1の樹脂を $\gamma$ -ブチロラクトンに溶解し、固形分22重量%の溶液とし

た。この溶液を、シリコン基板上に構成されたアルミ多層配線構造(段差高が0.5 $\mu$ m、段差幅および段差間隔が各0.18 $\mu$ mのパターンからなる)を有する半導体装置の配線層間電気絶縁層として配置した。具体的には下地段差をCVD膜で被覆した後、基板上に該溶液を、前回転500rpm/3秒、次いで本回転3,000rpm/10秒にてスピンコートし、さらに溶剤を十分に蒸発させ、最深部で8,480オングストロームの膜厚の塗膜を形成した。

【0043】この基板をホットプレート上、窒素気流下60℃で3分加熱したところ、流動化が起こったが十分な段差部の埋め込みおよび塗膜表面平坦化は得られなかった。さらにこの基板を酸素濃度70ppmを含有した窒素下にて、加速電圧165kVの電子線照射装置で160Mradのドーズ量下に曝露したところ、塗膜中の水素シルセスキオキサン樹脂がシリカに転化したことがわかった。また、転化後の膜(電気絶縁層)にはクラックその他の異常は認められなかったが、表面のうねり(波打ち)は解消されなかった。

【0044】さらにこの電気絶縁層の上にCVD膜を形成した後に、ビアホールコンタクト形式による多層配線構造を取ったが、表面の凹凸が多いために微細加工が不可能であった。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、分子量1500以下の水素シルセスキオキサン樹脂を少なくとも45重量%(すなわち、45重量%以上)含有する水素シルセスキオキサン樹脂を用いると共に、この樹脂を高エネルギー線にて硬化せしめるために、電気回路に対する被覆平坦化性に優れた電気絶縁層を有する半導体装置の提供が可能となる。

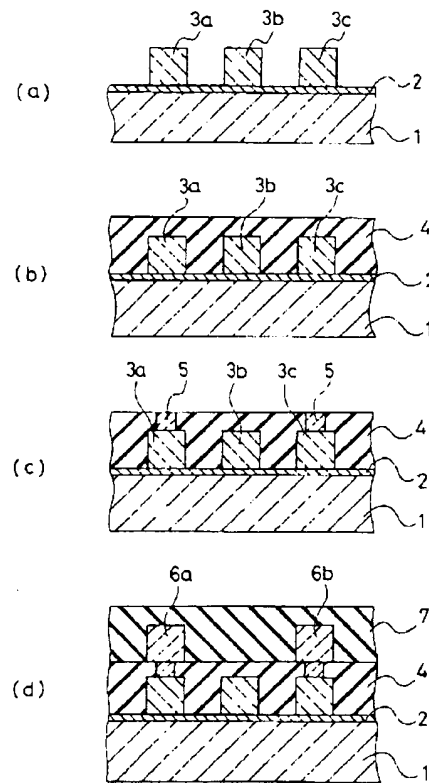
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施態様からなる半導体装置の製造方法の各工程を示す断面図である。

【符号の説明】

1 半導体基板 2 下地絶縁層 4, 7 絶縁層  
3a, 3b, 3c 下層配線 6a, 6b 上層配線

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 澤 清隆

千葉県市原市千種海岸2番2 東レ・タウ  
コーニング・シリコン株式会社研究開発  
本部内

(72)発明者 小林 昭彦

千葉県市原市千種海岸2番2 東レ・タウ  
コーニング・シリコン株式会社研究開発  
本部内

(72)発明者 峰 勝利

千葉県市原市千種海岸2番2 東レ・タウ  
コーニング・シリコン株式会社研究開発  
本部内



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The semiconductor device which is the hardened material of the hydrogen silsesquioxane resin with which the aforementioned electric insulation layer contains a with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight in the semiconductor device which comes to prepare the wiring structure which consists of a conductive layer of at least one layer through an electric insulation layer in the front face of a semiconductor substrate, and was formed from the thin film which makes a silica a subject.

[Claim 2] It faces manufacturing the semiconductor device which comes to prepare the wiring structure which consists of a conductive layer of at least one layer through an electric insulation layer in the front face of a semiconductor substrate. Apply the liquefied object which consists of a hydrogen silsesquioxane resin which contains a with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight, and a solvent on the front face of the aforementioned semiconductor substrate, and the aforementioned conductive layer, and a paint film is formed. Subsequently, the manufacture method of the semiconductor device which irradiate this paint film, it is made to harden a high-energy line, and forms the aforementioned electric insulation layer.

[Claim 3] The manufacture method of a semiconductor device according to claim 2 of irradiating a high-energy line and making it harden after carrying out heating fusion of the aforementioned paint film and performing embedding of the level difference section of the aforementioned semiconductor substrate, and flattening of a paint film.

[Claim 4] The manufacture method of a semiconductor device according to claim 2 or 3 that the aforementioned high-energy line is an electron ray.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the semiconductor device which has the electric insulation layer excellent in the covering flat metaplasia to the wiring structure on a substrate, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to protect conventionally the electrical circuit (a conductive layer, wiring structure which consists of lead wire) formed on the wafer (substrate) in semiconductor devices, such as electron devices, such as DRAM and a logic IC, the electric insulation layer is prepared in the front face of the electrical circuit. Moreover, when a semiconductor device takes the multilayer-interconnection structure to which the laminating of two or more electrical circuits was carried out, the electric insulation layer is prepared also among the layers between the upper wiring and lower layer wiring etc.

[0003] Using a ceramic-like silica film is known as such an electric insulation layer. For example, after applying the solvent solution of a hydrogen silsesquioxane resin on a semiconductor substrate (thing in which the electrical circuit was formed on the substrate) and evaporating a solvent from the paint film, by heating under a 150-1000-degree C temperature condition, this resin is formed into a ceramic-like silica to JP,6-42477,B, and the method of covering an electron device with a silica film is indicated.

[0004] However, generally, the hydrogen silsesquioxane resin contained the volatile component (low molecular weight constituent) of the grade which cannot be disregarded, reduction of the thickness of \*\*\*\* and a paint film took place this to such an elevated temperature, and there was a problem of internal stress occurring in a film, and there was a problem that the contamination to the peripheral device by scattering of a volatile component took place. In order to solve this problem, the method of removing the low molecular weight constituent in a hydrogen silsesquioxane resin is proposed. For example, a solvent is added to the compounded hydrogen silsesquioxane resin, and the method of removing a low molecular weight constituent is proposed by JP,6-157760,A. However, the hydrogen silsesquioxane resin from which the low molecular weight constituent was removed by the method of starting had the fault of being inferior to covering flat metaplasia, when it applied to a semiconductor substrate. If covering flat metaplasia is bad, abnormalities will arise in the electrical property of a semiconductor device. Moreover, in addition to the hydrogen silsesquioxane resin of the amount of macromolecules being inferior to covering flattening to a semiconductor substrate in itself, the need had the process which heats under a high temperature condition (200 degrees C or more), and is fused in softening temperature being high (180 degrees C or more), and the hydrogen silsesquioxane resin of the amount of macromolecules covering a semiconductor substrate using this thing. Furthermore, this thing was what there is a fault, such as being inferior to the embedding nature to the level difference section of the semiconductor substrate of an electron device which has multilayer-interconnection structure, and cannot fully be satisfied.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to offer the semiconductor device which has the electric insulation layer excellent in the covering flat metaplasia to the wiring structure on a substrate, and its manufacture method.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In the semiconductor device which comes to prepare the wiring structure which consists of a conductive layer of at least one layer through an electric insulation layer in the front face of a semiconductor substrate, the semiconductor device of this invention is the hardened material of the hydrogen silsesquioxane resin with which the aforementioned electric insulation layer contains a with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight, and is characterized by being formed from the thin film which makes a silica a subject.

[0007] Moreover, the manufacture method of the semiconductor device of this invention is faced manufacturing the semiconductor device which comes to prepare the wiring structure which consists of a conductive layer of at least one layer through an electric insulation layer in the front face of a semiconductor substrate. Apply the liquefied object which consists of a hydrogen silsesquioxane resin which contains a with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight, and a solvent on the front face of the aforementioned semiconductor substrate, and the aforementioned conductive layer, and a paint film is formed. Subsequently, it is characterized by irradiating this paint film.

making it harden a high-energy line, and forming the aforementioned electric insulation layer.

[0008] Thus, while being able to raise the covering flat metaplasia of an electric insulation layer in order not to use the hydrogen silsesquioxane resin of the amount of macromolecules if it puts in another way in order to use the hydrogen silsesquioxane resin which contains a with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight, it becomes possible to raise the embedding nature to the level difference section of the substrate of an electron device. Moreover, since it does not heat at an elevated temperature (150 degrees C - 1000 degrees C) as in the former in order to irradiate a paint film and to make it harden a high-energy line (it is 60 degrees C or less though heated), reduction of the thickness of the paint film by volatilization of a low molecular weight constituent etc. does not arise.

[0009]

[Embodiments of the Invention] In order to manufacture the semiconductor device of this invention, as shown in drawing 1 (a), the ground insulating layer 2 is first formed in the front face of the semiconductor substrate 1. Subsequently, on the ground insulating layer 2, sputtering of the metals, such as aluminum, is carried out, a conductive layer is formed, patterning of this is carried out by the well-known method, and the lower layer wiring 3a, 3b, and 3c is formed.

[0010] Next, as shown in drawing 1 (b), an insulating layer 4 is formed after the lower layer wiring 3a, 3b, and 3c. Next, by carrying out the mask of the front face of an insulating layer 4 by the photoresist, for example, \*\*\*\*\*ing alternatively the insulating layer 4 on lower layer wiring 3a and 3c, as shown in drawing 1 (c) After preparing the through hole which reaches the lower layer wiring 3a and 3c, respectively, carry out sputtering of the metals, such as aluminum, to this through hole inside, and a conductive layer is formed. The wiring 5 between layers is made to remain in the above-mentioned through hole by carrying out etchback until an insulating layer 4 exposes this by plasma etching.

[0011] Subsequently, as shown in drawing 1 (d), the upper wiring 6a and 6b and an insulating layer 7 are formed, respectively on the front face by which etchback was carried out to having arranged the lower layer wiring 3a-3c and the insulating layer 4 by the same method. Thus, on the semiconductor substrate 1, the multilayer-interconnection structure which consists of lower layer wiring 3a-3c and the upper wiring 6a and 6b is formed, and these wiring is electrically insulated by the insulating layers 4 and 7 between the ground insulating layer 2 and a layer.

[0012] The insulating layers 4 and 7 between the ground insulating layer 2 and a layer are the hardened materials of the hydrogen silsesquioxane resin which contains a with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight, and are formed from the thin film which makes a silica a subject, respectively. a hydrogen silsesquioxane resin -- formula: --  $\text{HSiO}_{3/2}$  It is the polysiloxane which makes the main frame 3 functionality siloxane unit shown, and is the polymer expressed with general formula:  $(\text{HSiO}_{3/2})_n$  (n is an integer among a formula.). The hydrogen silsesquioxane resin used by this invention needs to contain a with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight, and it is desirable to contain at least 50% of the weight. If molecular weight becomes less than 45% of the weight, 1500 or less hydrogen silsesquioxane resins content this When it faces forming insulating layers 4 and 7 and a hydrogen silsesquioxane resin is applied to the lower layer wiring 3a, 3b, and 3c or the upper wiring 6a and 6b, It is because it becomes impossible to form the homogeneous silica film (electric insulation layer) which was inferior to the covering flat metaplasia to these wiring, was inferior to the embedding to the level difference section of the semiconductor substrate of the electric device which has multilayer-interconnection structure especially, and was excellent in electric insulation.

[0013] Generally a hydrogen silsesquioxane resin is manufactured by understanding a trichlorosilane an added water part and carrying out a polycondensation (refer to JP,47-31838,B, JP,59-189126,A, and JP,60-42426,A). The hydrogen silsesquioxane resin used by this invention can be manufactured by separating a low molecular weight constituent by adding a nonpolar solvent to the hydrogen silsesquioxane resin which took the means to which the amount of generation of a with a molecular weight of 1500 or less low molecular weight constituent is made to increase in the manufacture method of the hydrogen silsesquioxane resin generally known, or was compounded, dissolving this resin, adding polar solvents to this solution and carrying out molecular weight judgment.

[0014] \*\* In order to form the insulating layers 4 and 7 between the ground insulating layer 2 and a layer On the front face of the semiconductor substrate 1, on (drawing 1 (a)) and the lower layer wiring 3a, 3b, and 3c First, (drawing 1 (b)), Or after the upper wiring 6a and 6b, the liquefied object which consists of a hydrogen silsesquioxane resin which contains ( drawing 1 (d)) and a with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight, and a solvent is applied, and a paint film is formed.

[0015] The solvent used here dissolves a hydrogen silsesquioxane resin, and especially if a chemical change is not caused, it will not be limited. As this solvent, aromatic system solvents, such as toluene and a xylene, a hexane, Ketone system solvents, such as aliphatic system solvents, such as a heptane and an octane, a methyl ethyl ketone, and a methyl isobutyl ketone, Aliphatic ester solvents, such as butyl acetate and an isoamyl acetate, 1, 1, 1, 3 and 3, 3-hexa methyl disiloxane, Chain-like methyl siloxanes, such as 1, 1, 3, and 3-tetramethyl disiloxane. The SHIRIKONN system solvent of silane compounds, such as cyclosiloxanes, such as 1, 1, 3, 3, 5, 5, 7, and 7-octamethyl tetracyclo siloxane, 1, 3 and 5, and a 7-tetramethyl tetracyclo siloxane, a tetramethylsilane, and dimethyl diethylsilane, is \*\*\*\*\*. A silicone system solvent is desirable also in these.

[0016] The liquefied object which consists of an above-mentioned hydrogen silsesquioxane resin and an above-mentioned solvent is not hindered by carrying out addition combination of a well-known ceramic oxide precursor, for example, a tetrapod n-propoxy zirconium, tetrapod iso PUTOKIKISHI titanium, tris pentane 2 acid aluminum, a pentaethoxy tantalum, TORIPUROPOKISHI vanadium, pentaethoxy niobium, a PENTA 2 acid zirconium, the JIPUTOKISHI screw pentane 2 acid

titanium, etc. conventionally, unless the purpose of this invention is spoiled. Moreover, a platinum catalyst or a rhodium catalyst can be added and the formation speed and the degree of a silica film (electric insulation layer) can be made to increase. As this catalyst, the complex of a chloroplatinic acid, a platinum chloride, and tetramethyl divinyl disiloxane is mentioned. Generally these catalysts are used within the limits of the 1 - 500 weight section to the hydrogen silsesquioxane resin 1 million weight section.

[0017] It is not limited especially that what is necessary is just the method of applying uniformly as the method of application for forming the above-mentioned paint film. As this method of application, the spin coating method, a dip coating method, the spray coating method, and the flow coating method are illustrated. Evaporation removal of the solvent is carried out from this paint film. Especially as a method of evaporating a solvent, it is not limited but the method of leaving and air-drying under ordinary temperature or heating of 60 degrees C or less, the method of putting under reduced pressure, the method of spraying a wind, etc. are illustrated.

[0018] Since a solvent disperses by rotation in adopting the spin coating method as the method of application, generally the drying time is not required. Moreover, formation of a paint film may produce an opening in this way at the bottom of the level difference section (crevice between the lower layer wiring 3a, 3b, and 3c or between the upper wiring 6a and 6b) of a semiconductor substrate. Furthermore, there are many states where the front face of a paint film lenticulated, and bird clappers. Then, in order to abolish such an opening and a surface flapping state, it is desirable to carry out heating fusion of the paint film at the temperature which does not vaporize a paint film, for example, the temperature of 60 degrees C or less, and to perform embedding of the level difference section and flattening of a paint film.

[0019] \*\* Next, irradiate this paint film and make it harden a high-energy line. By this, some hydrogen silsesquioxane resins at least ] which constitute a paint film change into a silica, and the insulating layers 4 and 7 between the ground insulating layer 2 which consists of a silica, and a layer are formed, respectively. Here, a silica means a silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) and the amorphous silica which has not carried out the deletion of an amorphous silica and a silanol group, and/or the hydrogen atom completely is also contained in this. Moreover, as mentioned above, when addition combination of the ceramic oxide precursor etc. is carried out at a liquefied object, the thing containing these compounds is also contained.

[0020] As a high energy used here, there are an electron ray, ultraviolet rays, an X-ray, infrared radiation, microwave, etc. It is desirable to use an electron ray also in these. It is desirable to perform high-energy line irradiation in air or oxygen content gas. Gas other than oxygen content gas may be used, and nitrogen gas and argon gas are illustrated by this. The silicon atomic-union hydrogen atom in a hydrogen silsesquioxane resin is activated, a hydrogen silsesquioxane resin oxidizes by the oxygen gas in atmosphere, and a high-energy line is converted into a silica. The temperature at the time of irradiation of a high-energy line and the conversion temperature to a silica have the desirable temperature which can, if possible, suppress scattering of a low-molecular-weight hydrogen silsesquioxane resin, and it is desirable that it is within the limits which is 10-50 degrees C.

[0021]

[Example] The section expresses the weight section among an example and the example of comparison. About the inversion nature to a silica, residual SiH% in a paint film was measured and judged by Fourier transform infrared-absorption spectral analysis. Molecular weight was measured using the gel permeation chromatography (GPC). The measurement conditions are as follows.

[0022]

Equipment: The TOSOH make, 2 % of the weight (toluene solvent) of 802A column:G3000/G4000/G5000/G6000 carrier solvent:toluene column temperature:30 degree-C molecular weight standard:polystyrene detection method:differential refractive-index sample:solid contents

[Example 1] Molecular weight judgment of the hydrogen silsesquioxane resin (the with number average molecular weight 1,540, weight average molecular weight 7,705, and a molecular weight of 1,500 or less component of 41%, softening temperature of 90 degrees C) was carried out, and 72% of with number average molecular weight 743, weight average molecular weight 1,613, and a molecular weight of 1,500 or less components and the fraction with a softening temperature of 25 degrees C were obtained. This fraction was dissolved in hexa methyl disiloxane / octamethyl trisiloxane (30 sections / 70 section) partially aromatic solvent, and it considered as the solution of 15 % of the weight of solid contents.

[0023] It has arranged as an electric insulation layer between wiring layers of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (0.5 micrometers, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern whose level difference quantity is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in this solution. After specifically covering a ground level difference with a CVD (chemistry gaseous-phase vacuum evaporatio) film, on the substrate, the spin coat of this solution was carried out in this rotation 3,000rpm / 10 seconds for pre-rotation 500rpm / 3 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 6,540A thickness (the deepest section) was formed.

[0024] When this substrate was exposed to the bottom of the amount of DOSU of 160Mrad(s) with electron-beam-irradiation equipment of 165kV of acceleration voltage under the nitrogen containing 70 ppm of oxygen densities, it turns out that the hydrogen silsesquioxane resin in a paint film converted into the silica. Moreover, the abnormalities of a crack and others were not accepted in the film after conversion (electric insulation layer). After forming a CVD film on this electric insulation layer furthermore, the multilayer-interconnection structure by beer hall contact form was taken. Abnormalities were not looked at by the electrical property of this equipment.

[0025] [Example 2] It has arranged as an electric insulation layer between wiring layers of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (0.5 micrometers, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern whose level difference quantity is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in the solution of an example 1. After specifically covering a ground level difference with a CVD film, on the substrate, the spin coat of this solution was carried out in this rotation 3,000rpm / 10 seconds for pre-rotation 500rpm / 3 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 6,530Å thickness was formed (in the deepest section).

[0026] When this substrate was exposed to the bottom of the amount of DOSU of 240Mrad(s) with electron-beam-irradiation equipment of 165kV of acceleration voltage under the nitrogen containing 70 ppm of oxygen densities, it turns out that the hydrogen silsesquioxane resin in a paint film converted into the silica. Moreover, the abnormalities of a crack and others were not accepted in the film after conversion (electric insulation layer). After forming a CVD film on this electric insulation layer furthermore, the multilayer-interconnection structure by beer hall contact form was taken. Abnormalities are looked at by the electrical property of this equipment. Is it \*\*\*\*\*?

[0027] [Example 3] The fraction of an example 1 was dissolved in hexa methyl disiloxane / octamethyl trisiloxane (30 sections / 70 section) partially aromatic solvent, and it considered as the solution of 25 % of the weight of solid contents. It has arranged as an electric insulation layer between wiring layers of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (1.0 micrometers, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern whose level difference quantity is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in this solution. the substrate top after specifically covering a ground level difference with a CVD film -- this solution -- pre-rotation 500rpm/-- for 3 seconds, subsequently the spin coat was carried out in this rotation 3,000rpm / 10 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 13,240Å thickness was formed (in the deepest section)

[0028] When this substrate was exposed to the bottom of the amount of DOSU of 160Mrad(s) with electron-beam-irradiation equipment of 165kV of acceleration voltage under the nitrogen containing 70 ppm of oxygen densities, it turns out that the hydrogen silsesquioxane resin in a paint film converted into the silica. Moreover, the abnormalities of a crack and others were not accepted in the film after inversion (electric insulation layer). After forming a CVD film on this electric insulation layer furthermore, the multilayer-interconnection structure by beer hall contact form was taken. Abnormalities were not looked at by the electrical property of this equipment.

[0029] [Example 4] It has arranged as an electric insulation layer between wiring layers of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (0.5 micrometers, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern whose level difference quantity is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in the solution of an example 1. the substrate top after specifically covering a ground level difference with a CVD film -- this solution -- pre-rotation 500rpm/-- for 3 seconds, subsequently the spin coat was carried out in this rotation 3000rpm / 10 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 6,540Å thickness was formed (in the deepest section)

[0030] When this substrate was exposed to the bottom of the amount of DOSU of 160Mrad(s) with electron-beam-irradiation equipment of 165kV of acceleration voltage under the nitrogen containing 70 ppm of oxygen densities, it turns out that the hydrogen silsesquioxane resin of a paint film converted into the silica. Moreover, the abnormalities of a crack and others were not accepted in the film after conversion (electric insulation layer). Furthermore, this substrate was calcinated at 400 degrees C under the nitrogen air current of about 100 ppm of oxygen densities all over the quartz furnace for 1 hour.

[0031] Although the degree of conversion to a silica advanced slightly compared with the example 1, the abnormalities of a crack and others were not accepted in a film (electric insulation layer). After forming a CVD film on this electric insulation layer furthermore, the multilayer-interconnection structure by beer hall contact form was taken. Abnormalities were not looked at by the electrical property of this equipment.

[0032] [Example 5] The fraction of an example 1 was dissolved in the methyl isobutyl ketone, and it considered as the solution of 15 % of the weight of solid contents. It has arranged as an electric insulation layer between wiring layers of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (0.5 micrometers of level difference quantities, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern which is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in this solution. the substrate top after specifically covering a ground level difference with a CVD film -- this solution -- pre-rotation 500rpm/-- for 3 seconds, subsequently the spin coat was carried out in this rotation 3000rpm / 10 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 6,485Å thickness was formed (in the deepest section)

[0033] When this substrate was exposed to the bottom of the amount of DOSU of 160Mrad(s) with electron-beam-irradiation equipment of 165kV of acceleration voltage under the nitrogen containing 70 ppm of oxygen densities, it turns out that the hydrogen silsesquioxane resin in a paint film converted into the silica. Moreover, the abnormalities of a crack and others were not accepted in the film after conversion (electric insulation layer). After forming a CVD film on this electric insulation layer furthermore, the multilayer-interconnection structure by beer hall contact form was taken. Abnormalities are looked at by the electrical property of this equipment, and it is \*\*\*\*\*.

[0034] [Example 6] The fraction of an example 1 was dissolved in hexa methyl disiloxane / octamethyl trisiloxane (30 sections / 70 section) partially aromatic solvent, and it considered as the solution of 25 % of the weight of solid contents. It has arranged as an electric insulation layer between wiring layers of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (0.5 micrometers, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern whose level difference quantity is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in this solution. the

substrate top after specifically covering a ground level difference with a CVD film -- this solution -- pre-rotation 500rpm/-- for 3 seconds, subsequently the spin coat was carried out in this rotation 3,000rpm / 10 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 8,230A thickness was formed in the average deepest section

[0035] When this substrate was heated for 3 minutes at 60 degrees C on a hot plate and under the nitrogen air current, fluidization took place and the embedding and paint film surface flattening between sufficient level differences occurred.

When this substrate was furthermore exposed to the bottom of the amount of DOSU of 160Mrad(s) with electron-beam-irradiation equipment of 165kV of acceleration voltage under the nitrogen containing 70 ppm of oxygen densities, it turns out that the hydrogen silsesquioxane resin of a paint film converted into the silica. Moreover, the abnormalities of a crack and others were not accepted in the film after conversion (electric insulation layer).

[0036] After forming a CVD film on this electric insulation layer furthermore, the multilayer-interconnection structure by beer hall contact form was taken. Abnormalities were not looked at by the electrical property of this equipment.

[Example 7] The fraction of an example 1 was dissolved in hexa methyl disiloxane / octamethyl trisiloxane (30 sections / 70 section) partially aromatic solvent, and it considered as the solution of 18 % of the weight of solid contents.

[0037] It has arranged as a pulley metal layer of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (0.5 micrometers, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern whose level difference quantity is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in this solution. concrete -- a substrate top -- this solution -- pre-rotation 500rpm/-- for 3 seconds, subsequently the spin coat was carried out in this rotation 3000rpm / 10 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 7,005A thickness was formed (in the deepest section)

[0038] When this substrate was exposed to the bottom of the amount of DOSU of 160Mrad(s) with electron-beam-irradiation equipment of 165kV of acceleration voltage under the nitrogen containing 70 ppm of oxygen densities, it turns out that the hydrogen silsesquioxane resin in a paint film converted into the silica. Moreover, the abnormalities of a crack and others were not accepted in the film after conversion (electric insulation layer). Furthermore, 700 degrees C of this substrate were calcinated all over the quartz furnace for 1 hour. Although the degree of conversion to a silica advanced 100%, the abnormalities of a crack and others were not accepted.

[0039] Furthermore, the multilayer-interconnection structure by contact / beer hall contact form was taken on this electric insulation layer. Abnormalities were not looked at by the electrical property of this equipment.

[Example 1 of comparison] The hydrogen silsesquioxane resin (the with number average molecular weight 1,540, weight average molecular weight 7,705, and a molecular weight of 1,500 or less component of 41%, softening temperature of 90 degrees C) was dissolved in the methyl isobutyl ketone, and it considered as the solution of 18 % of the weight of solid contents.

[0040] It has arranged as an electric insulation layer between wiring layers of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (1.0 micrometers, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern whose level difference quantity is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in this solution. the substrate top after specifically covering a ground level difference with a CVD film -- this solution -- pre-rotation 500rpm/-- for 3 seconds, subsequently the spin coat was carried out in this rotation 3,000rpm / 10 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 12,780A thickness was formed (in the deepest section)

[0041] This wafer was calcinated at 400 degrees C under the nitrogen air current of about 100 ppm of oxygen densities all over the quartz furnace for 1 hour. It turns out that the sharp fall of thickness took place and the hydrogen silsesquioxane resin converted into the silica. The crack was observed by the film after \*\* and conversion (electric insulation layer). After forming a CVD film on this electric insulation layer furthermore, the multilayer-interconnection structure by beer hall contact form was taken. Poor electric contact was looked at by a part of this equipment.

[0042] [Example 2 of comparison] The resin of the example 1 of comparison was dissolved in the methyl isobutyl ketone, and it considered as the solution of 22 % of the weight of solid contents. It has arranged as an electric insulation layer between wiring layers of the semiconductor device which has the aluminum multilayer-interconnection structure (0.5 micrometers, level difference width of face, and a level difference interval consist of a pattern whose level difference quantity is 0.18 micrometers each) constituted on the silicon substrate in this solution. the substrate top after specifically covering a ground level difference with a CVD film -- this solution -- pre-rotation 500rpm/-- for 3 seconds, subsequently the spin coat was carried out in this rotation 3,000rpm / 10 seconds, the solvent was fully evaporated further, and the paint film of 8,480A thickness was formed in the deepest section

[0043] Although fluidization took place when this substrate was heated at 60 degrees C on a hot plate and under the nitrogen air current for 3 minutes, the embedding and paint film surface flattening of sufficient level difference section were not obtained. When this substrate was furthermore exposed to the bottom of the amount of DOSU of 160Mrad(s) with electron-beam-irradiation equipment of 165kV of acceleration voltage under the nitrogen containing 70 ppm of oxygen densities, it turns out that the hydrogen silsesquioxane resin in a paint film converted into the silica. Moreover, although the abnormalities of a crack and others were not accepted in the film after conversion (electric insulation layer), the surface wave (flapping) was not canceled.

[0044] Although the multilayer-interconnection structure by beer hall contact form was taken after forming a CVD film on this electric insulation layer furthermore, since there was much surface irregularity, micro processing was impossible.

[0045]

[Effect of the Invention] As explained above, while using the hydrogen silsesquioxane resin which carries out content of the

with a molecular weight of 1500 or less hydrogen silsesquioxane resin at least 45% of the weight (namely, 45 % of the weight or more) according to this invention, in order to make this resin harden by the high-energy line, offer of a semiconductor device which has the electric insulation layer excellent in the covering flat metaplasia to an electrical circuit is attained.

---

[Translation done.]